

La carte des pentes de la région de Québec

Jean Raveneau et Jean-Luc Lemieux

Volume 18, numéro 45, 1974

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/021226ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/021226ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Département de géographie de l'Université Laval

ISSN

0007-9766 (imprimé)

1708-8968 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cette note

Raveneau, J. & Lemieux, J.-L. (1974). La carte des pentes de la région de Québec. *Cahiers de géographie du Québec*, 18(45), 495–506.
<https://doi.org/10.7202/021226ar>

LA CARTE DES PENTES DE LA RÉGION DE QUÉBEC

L'objectif de la recherche

La mesure et la cartographie des pentes dans une région donnée s'intègrent à l'intérieur de l'éventail des techniques d'étude de la morphométrie, c'est-à-dire de la mesure des formes du relief. Si l'analyse des pentes est souvent effectuée par des géomorphologues, le champ d'application des cartes de pentes déborde largement le domaine de la géographie physique et touche l'aménagement du territoire en général, l'urbanisme, l'agriculture, le tourisme, etc.

La cartographie des pentes dans des régions urbaines n'est pas nouvelle au Canada puisqu'elle a déjà été effectuée pour Toronto et Vancouver¹. Voulant expérimenter diverses méthodes de cartographie des pentes présentées dans le cadre d'un cours de cartographie thématique, il nous a paru intéressant de prendre la région de Québec comme territoire-test. Cette idée s'est concrétisée par un mémoire de recherche de 1^{er} cycle entrepris par M. Jean-Luc Lemieux en 1970 et 1971², aboutissant à la production d'une série de cartes couvrant 15 feuilles topographiques à 1/25 000 coloriées en 6 classes de pente. Le laboratoire de cartographie du département de géographie à l'Université Laval a ensuite entrepris la tâche de dessiner et de publier le manuscrit original.

L'objectif de cette recherche était donc de tester dans la région de Québec une méthode de cartographie des pentes suffisamment opérationnelle pour permettre de couvrir adéquatement dans des délais raisonnables et avec un personnel réduit, un territoire relativement étendu (environ 750 milles carrés). Cette méthode devait permettre d'obtenir une image de la répartition régionale des diverses classes de pentes avec un minimum de détail et d'exactitude, sans toutefois prétendre à une précision absolue,

¹ GEOGRAPHICAL BRANCH, Ottawa. *Urban Analysis Series for Federal EMO*. Edition 1 ASE 416 M-2, Vancouver, British Columbia, Land Slope and Elevation, 1/25 000 ; GB 408 M 2 TORONTO Ouest, 1/25 000 ; GB 408 M 2 TORONTO Est, 1/25 000.

² Le calcul des pentes sur les cartes et les mesures sur le terrain ont été effectués par M. Jean-Luc Lemieux dans le cadre de son mémoire de recherche de 1^{er} cycle. La généralisation et la recompilation de la réduction photographique de 1/25 000 à 1/50 000 ont été accomplis par Mme France David-Dyèvre. Le dessin final en vue de l'impression est l'œuvre de Mlle Lisette Laberge. L'ensemble du travail s'est déroulé au laboratoire de cartographie du département de géographie de l'Université Laval, sous la direction de M. Jean Raveneau qui a rédigé le texte de cette note. La publication de la carte a été rendue possible grâce à un octroi du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources à Ottawa (convention 1135-D13-5-248/72) que nous tenons à remercier ici.

compte tenu de l'échelle. Il n'était pas dans notre propos d'effectuer ensuite une analyse des caractéristiques de la répartition des pentes ainsi obtenue. Le contenu d'une telle analyse peut varier suivant les objectifs qu'on lui attribue et nous laissons aux usagers le soin de tirer leurs propres conclusions concernant la répartition des diverses valeurs de pentes sur le territoire de la région de Québec.

Le territoire cartographié

Les cartes des pentes de Toronto et Vancouver, à l'échelle de 1/25 000, se limitent essentiellement au territoire urbanisé. L'espace urbanisé de l'agglomération de Québec est certes moins étendu que celui des deux villes précédentes, mais sa forme tentaculaire lui donne un rayon d'au moins 15-20 km (10-12 milles). Nous avons donc décidé de couvrir un territoire englobant à la fois celui de la communauté urbaine et celui de la zone métropolitaine de recensement de Québec. Ce territoire d'environ 750 milles carrés est délimité par les méridiens 71°00' et 71°37' et les parallèles 46°38' et 47°00'. Il couvre non seulement les zones actuellement urbanisées, mais aussi le territoire périurbain voué à diverses formes d'utilisation urbaine (habitation, industries, transports, récréation, etc.) dans un avenir plus ou moins proche.

Échelle de travail et échelle de publication

Il est évident que pour un travail de ce genre, basé sur la mesure des pentes à partir de l'écartement des courbes de niveau, plus l'échelle est grande et plus l'on est assuré de la précision des résultats. La plus grande échelle des cartes topographiques disponibles couvrant tout le territoire était le 1/25 000. Nous avons décidé de prendre les cartes à 1/25 000 (équidistance 10 pieds) du Ministère de l'Énergie des Mines et des Ressources comme base de travail³.

Si l'échelle de 1/25 000 s'avère commode pour le relevé des pentes, elle devient par contre embarrassante au stade de l'interprétation des résultats et de la publication. C'est pourquoi nous avons réduit le travail original de 1/25 000 à 1/50 000 afin d'en permettre la publication à un coût raisonnable et dans un format aisément manipulable.

Recherche d'une méthode de cartographie des pentes

La cartographie des pentes peut se ramener à deux étapes : 1) délimitation de zones de pentes 2) mesure de la valeur des pentes à l'intérieur de chaque zone. Ces deux opérations, quand elles sont effectuées sur le terrain avec les instruments appropriés, notamment un clinomètre, peuvent

³ Les feuilles topographiques à 1/25 000 que nous avons utilisées portent les nos : 21 L 11 e, f, g, h ; 21 L 12 h ; 21 L 13 a, h ; 21 L 14 a, b, c, d, e, f, g, h.

conduire à des résultats très précis. La mesure directe des pentes sur le terrain est certainement la méthode la plus recommandable quand on travaille sur un territoire de faible étendue. Pour couvrir une région de 750 milles carrés, cette procédure peut s'avérer longue et coûteuse, et l'investissement en temps et en argent sans rapport avec l'objectif à atteindre. C'est pourquoi nous avons recherché une méthode cartographique permettant d'effectuer relativement rapidement les opérations de délimitation des zones de pentes et de mesure des valeurs de pentes, en réduisant au minimum la nécessité du recours au terrain et ceci avec un personnel réduit n'ayant pas besoin d'un entraînement trop long.

Il existe une littérature assez abondante sur les méthodes morphométriques en général et la cartographie des pentes en particulier (voir la bibliographie à la fin de cette note). Monkhouse et Wilkinson (1971) effectuent un bon exposé critique de ces méthodes et nous renvoyons les lecteurs à leur ouvrage. Notons aussi que l'utilisation de l'ordinateur ouvre des perspectives nouvelles qui seront discutées plus loin dans cette note.

Après avoir examiné l'ensemble des méthodes disponibles, nous avons opté pour deux d'entre elles répondant le mieux à notre objectif initial : il s'agit des méthodes dites du carroyage et des aires homogènes, bien décrites dans un article de Roger Brunet (1963) qui les avait lui-même expérimentées. Ces deux méthodes permettent de cartographier et de mesurer les pentes à partir de cartes topographiques en courbes de niveau.

La méthode du carroyage

Cette méthode consiste à surimposer un carroyage à la carte topographique et à mesurer la pente moyenne à l'intérieur de chaque carreau. Les premières mesures de pentes par la méthode des carreaux ont été effectuées par Smith (1935) qui mesurait en fait l'énergie du relief ou relief relatif, c'est-à-dire la dénivellation entre le point le plus haut et le point le plus bas dans chaque carreau. Mais une même dénivellation peut caractériser des formes de relief très différentes donc présenter des pentes très différentes. Cette méthode a été appliquée par Smith avec des carreaux de 5 à 10 km de côté, beaucoup plus vastes que les plus grands versants. Le calcul de l'énergie du relief ne permet donc pas de mesurer la pente réelle. Pour mesurer la pente moyenne réelle, il faut d'abord choisir avec soin la dimension des carreaux. Celle-ci doit être telle que la pente ne soit pas trop contrastée à l'intérieur d'un même carreau. Des carreaux trop grands estompent les accidents du relief. Ils ont pour résultat, lors des mesures, d'atténuer la valeur des plus fortes pentes et de minimiser la fréquence des pentes faibles. Par contre, des carreaux trop petits produisent un morcellement excessif du relief et de la carte.

Examinons maintenant la mesure de la pente à l'intérieur de chaque carreau. La méthode la plus efficace consiste à compter, dans chaque carreau, le nombre d'intervalles entre les courbes de niveau successives

(et non pas les courbes elles-mêmes) sur une distance fixe (la longueur du côté du carreau si possible) et perpendiculaire aux courbes. Ce nombre d'intervalles est ensuite converti en valeurs de pentes réelles. Les mesures ainsi obtenues sont exploitées pour dresser une statistique des pentes de la région en comptant la fréquence des carreaux et en dressant un histogramme ou une courbe cumulative de fréquence permettant de déterminer les classes de valeurs de pente en vue de la représentation cartographique finale sous forme choroplèthe.

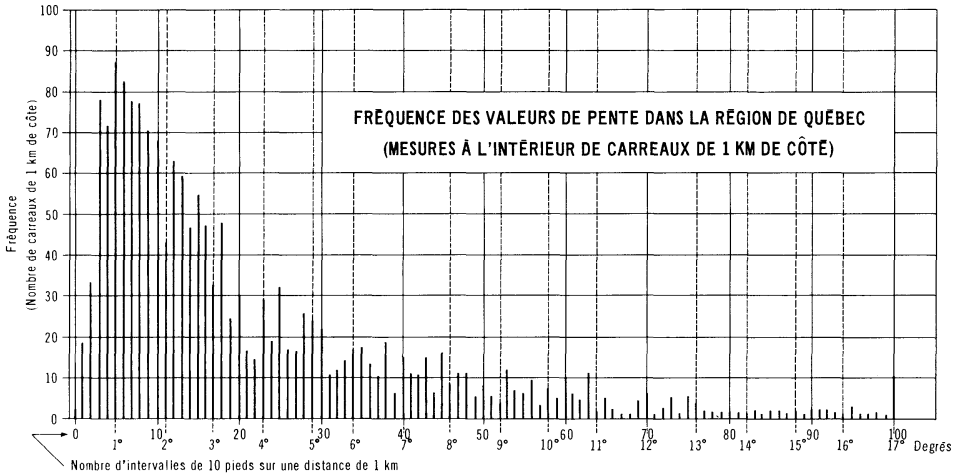
Un certain nombre de précautions sont à prendre lors du comptage du nombre d'intervalles entre les courbes de niveau à l'intérieur de chaque carreau : elles sont bien décrites dans l'article de Brunet (1963) auquel nous renvoyons le lecteur. Il faut notamment toujours prendre soin de bien effectuer le comptage perpendiculairement aux courbes de niveau. Étant donné sa rapidité et sa facilité d'application, cette méthode a d'abord été utilisée comme première approche pour cartographier les pentes de la région, à 1/25 000 à l'aide de carreaux de 1 km de côté. Cependant on peut dire qu'elle donne une image relativement grossière de la répartition spatiale des diverses valeurs de pentes et c'est pourquoi nous n'avons pas présenté la carte correspondante ici. Les mesures de pente moyenne obtenues sont souvent trompeuses du fait qu'un même carré peut recouvrir des formes de relief différentes. Quatre cas-types se présentent fréquemment (voir Lemieux, 1971, p. 11-14) :

- quand l'écartement des courbes de niveau varie rapidement à l'intérieur d'un même carré (déploiement en éventail) ;
- quand le carreau est traversé par un abrupt très raide et juxtaposé à une surface plane (falaises bordant le Saint-Laurent par exemple) ;
- quand des crêtes étroites et abruptes surplombent des surfaces horizontales : c'est le cas des crêtes appalachiennes sur la rive sud du Saint-Laurent ;
- quand des ravins étroits et profonds lacèrent de grandes étendues horizontales (phénomènes de ravinement).

Le chiffre de la pente moyenne obtenu dans les conditions citées ci-dessus ne représente donc aucune situation réelle et escamote les formes contrastées.

Si la méthode du carroyage présente des inconvénients sérieux en ce qui concerne la signification des valeurs de pente obtenues dans certaines conditions spéciales, elle a cependant l'avantage de permettre d'obtenir rapidement des statistiques concernant la fréquence des superficies couvertes par les diverses valeurs de pente. C'est ainsi que l'on a dressé l'histogramme de la fréquence des valeurs de pentes dans la région de Québec à partir des mesures effectuées à l'intérieur de carreaux de 1 km

Figure 1



de côté par la méthode du carroyage (figure 1). La forme générale de la courbe de fréquence est de type binomial, avec une décroissance des fréquences depuis les faibles valeurs vers les fortes valeurs. Il est probable que la fréquence des pentes faibles (moins de 1°) et des pentes fortes (plus de 15°) a été sous-estimée pour les raisons citées précédemment. À partir de cette répartition des fréquences, on a tenté de regrouper les valeurs en classes afin de permettre la cartographie. La forme de la courbe de fréquence nous a suggéré l'emploi d'une fonction arithmétique pour déterminer les seuils des classes. On a ainsi retenu six classes dont les seuils figurent dans le tableau 1. Ces seuils seront utilisés pour dresser la carte selon la méthode des aires homogènes. Il est certain que le choix des seuils de classe retenus peut être contesté. Toute une littérature a été consacrée à ce problème des dernières années, mais il semble qu'aucune solution définitive et universelle n'ait encore été mise au point. Pour le choix des seuils de classe nous avons tenu compte des critères suivants :

- la forme de la courbe de fréquence originale qui suggérait l'emploi d'une fonction de type arithmétique ;
- les seuils déjà employés pour les cartes de Toronto et de Vancouver ;
- la nature des formes de relief dans la région de Québec ;
- certains seuils caractéristiques : ainsi il est reconnu que l'utilisation de machines agricoles devient difficile au-delà de 6° .

On remarquera que l'on n'a pas détaillé les pentes au-delà de 14° , d'abord en raison de leur faible fréquence et ensuite du fait qu'elles sont situées dans des régions inhabitées. L'image de la répartition spatiale des pentes (carte hors-texte) obtenue à l'aide de ces classes et selon la méthode des aires homogènes montre que le choix des seuils s'est avéré approprié et qu'il permet de faire ressortir nettement les lignes directrices de l'architecture du relief de la région.

DÉLIMITATION DES ZONES ET MESURE DES PENTES, MÉTHODE DES AIRES HOMOGÈNES

0 1 mile
0 1 kilomètre

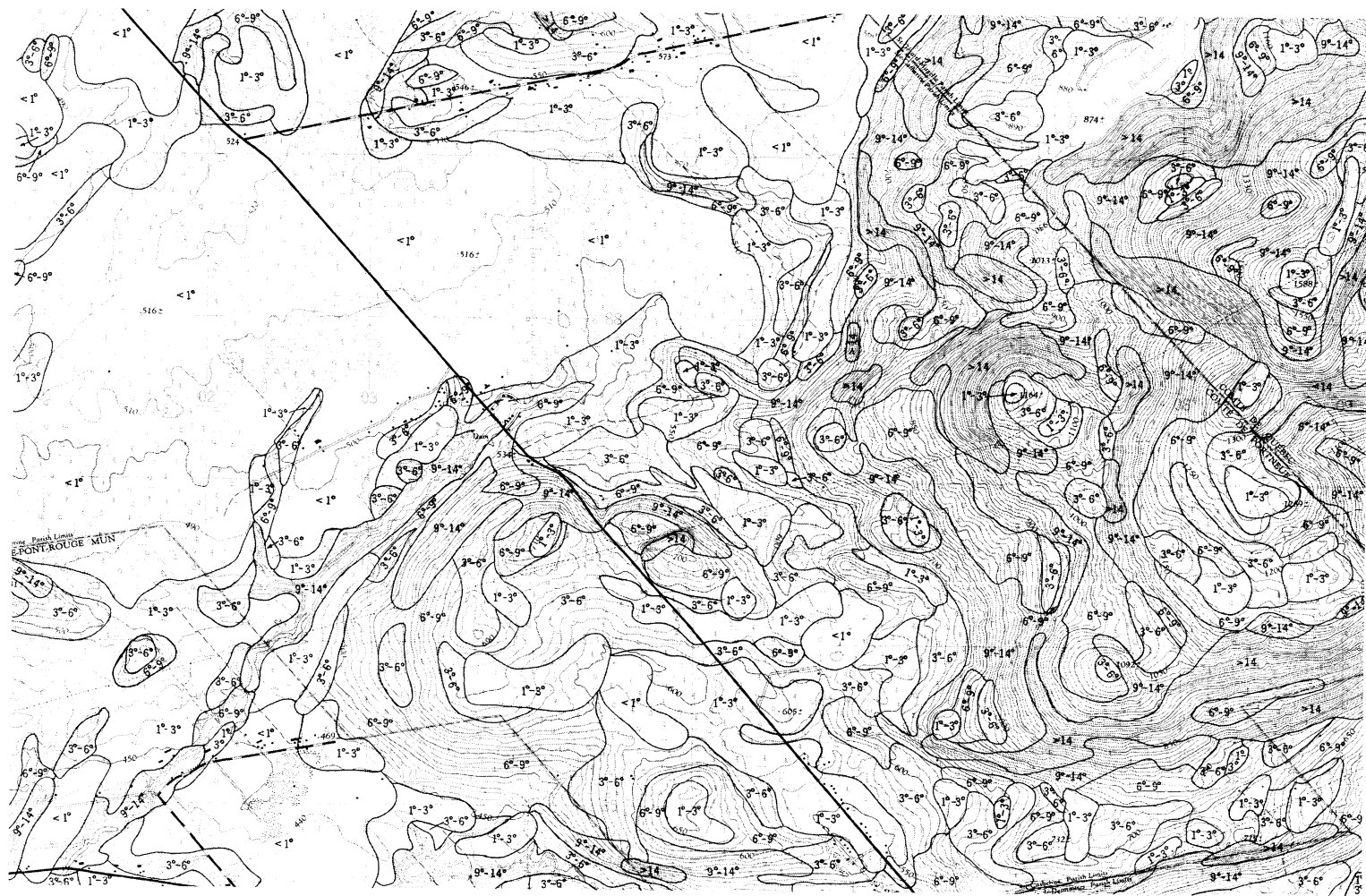


Figure 2

Tableau 1

Classes de valeurs de pente déterminées d'après les mesures selon la méthode du carroyage (voir figure 1) et retenues pour la carte en aires homogènes.

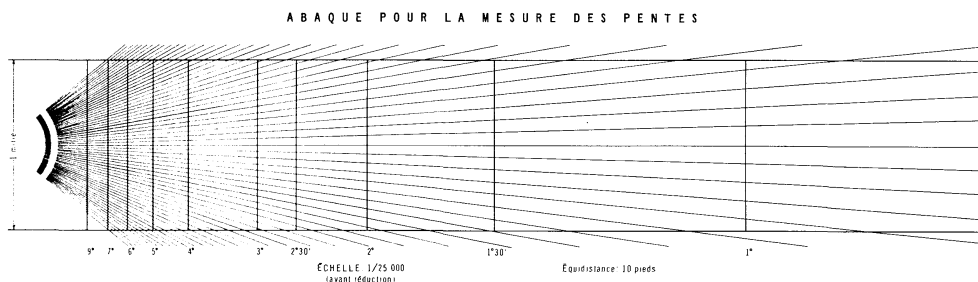
| Classes | Seuils déterminés d'après une progres- sion arithmétique (nombre d'intervalles de 10 pieds sur une distance de 1km) | Équivalence des seuils en degrés | Ajustement des seuils en degrés | Équivalence des seuils en pourcentage |
|---------|--|-------------------------------------|------------------------------------|---|
| I | 1,0 — 6,2 | 0°31' — 1°03' | Moins de 1°00' | Moins de 1,7% |
| II | 6,3 — 16,6 | 1°04' — 2°47' | 1°01' — 3°00' | 1,8% — 5,3% |
| III | 16,7 — 32,2 | 2°48' — 5°44' | 3°01' — 6°00' | 5,4% — 10,3% |
| IV | 32,3 — 53,0 | 5°45' — 9°11' | 6°01' — 9°00' | 10,4% — 16,0% |
| V | 53,1 — 79,0 | 9°12' — 13°30' | 9°01' — 14°00' | 16,1% — 25,0% |
| VI | 79,1 — 110,2 | 13°31' — 88°05' | Plus de 14°00' | Plus de 25,1% |

La méthode des aires homogènes

Cette méthode a été utilisée pour construire la carte présentée en hors-texte. Il s'agit, sur la carte topographique en courbes de niveau, de déterminer des aires qui paraissent homogènes à l'oeil, c'est-à-dire à l'intérieur desquelles la densité des courbes de niveau est sensiblement constante (figure 2). Une fois ces aires délimitées, il reste à mesurer la pente réelle à l'intérieur de chacune d'elles, pour leur attribuer une valeur qui tombera à l'intérieur de classes préétablies.

Pour mesurer la pente réelle à l'intérieur de chaque aire homogène, on peut effectuer avec précision des calculs de pente dans la zone la plus représentative de l'aire. Cependant le procédé est très lent et la précision obtenue n'est pas nécessaire du fait que l'on ne retiendra que des classes pour la cartographie. La précision du calcul numérique peut toutefois s'avérer utile lorsque la valeur des pentes est proche des seuils des classes.

Figure 3



Il est beaucoup plus expéditif de travailler avec un *abaque* transparent qui donne des valeurs de pente selon l'échelle de la carte, l'équidistance des courbes de niveau, et la distance horizontale entre ces courbes. La méthode de construction d'un tel abaque a été décrite par Michèle Barrier (1963). On a ainsi construit un abaque transparent pour l'échelle de 1/25 000, équidistance 10 pieds (figure 3). Pour mesurer la pente à l'intérieur de chaque zone homogène, on dispose les lignes de l'abaque parallèlement aux courbes de niveau et on le déplace jusqu'à ce que l'écartement des lignes de l'abaque coïncide avec l'écartement des courbes de niveau. Aux différents palliers d'écartement des courbes de niveau correspondent différentes valeurs de pente que l'on peut lire au bas de l'abaque.

L'utilisation de l'abaque se révèle aisée et permet des mesures rapides pour des valeurs inférieures à 6 - 7 degrés. Au delà de ces valeurs, la différenciation visuelle de l'écartement des courbes devient plus difficile et la précision des mesures effectuées à l'aide de l'abaque baisse en conséquence ; il est alors recommandé d'effectuer des calculs pour obtenir des valeurs plus précises, ou encore de construire un nouvel abaque basé sur l'écartement des courbes maîtresses (correspondant donc à une équidistance plus grande.)

La mesure des pentes à l'intérieur du territoire cartographié a ainsi été effectuée à l'aide de l'abaque pour les pentes faibles et moyennes, et à l'aide de calculs pour les pentes les plus fortes. Ce travail a été nettement simplifié du fait que l'on avait déterminé des seuils de classe au préalable, grâce aux statistiques de fréquence obtenues par la méthode du carroyage (figure 1 et tableau 1). L'avantage de cette détermination préalable des classes est que la mesure des valeurs s'effectue d'une manière relativement rapide du fait que la précision est importante seulement pour les chiffres voisins des limites de classes. Le découpage détaillé des aires en est d'autant facilité et accéléré. Ce procédé est particulièrement conseillé quand on a à couvrir de très vastes superficies pour lesquelles il est impensable de vouloir mesurer de façon exhaustive la fréquence des valeurs de pentes, à moins de disposer d'un équipement électronique pour la mesure automatique des surfaces. Des contrôles ponctuels sur le terrain ont permis de vérifier et dans certains cas de rectifier les mesures effectuées sur la carte.

La délimitation des aires de pente homogène est une opération relativement subjective qui dépend de l'aptitude de l'opérateur à saisir visuellement les variations dans l'écartement des courbes de niveau. Avec un peu d'entraînement on parvient cependant à placer les limites d'une manière assez objective, notamment en identifiant les discontinuités, les ruptures de pente, les palliers, les ressauts, etc. Le travail est d'autant plus facilité que l'équidistance des courbes est plus faible et que les aires sont plus grandes, c'est-à-dire que les classes sont moins nombreuses et déterminées d'avance. Lors de la préparation de la carte, il est important de travailler rapidement afin d'éviter les variations de la capacité d'estimation d'un même chercheur.

Spécificité de la méthode des aires et de celle du carroyage

La *méthode du carroyage* possède des atouts importants : sa facilité d'application et sa rapidité. Un technicien moyennement habile et sans connaissances particulières peut, à l'aide de cette méthode, établir rapidement une carte des pentes d'une région donnée. De plus, c'est une méthode qui se prête facilement à l'automatisation comme l'a révélé Michel Lecarpentier⁴. L'utilisation d'un numériseur (digitizer) permet de relever rapidement l'altitude d'un grand nombre de points disposés selon une grille qui peut être aussi fine qu'on le désire. Un programme de calcul des pentes à partir de ces relevés (voir Lecarpentier, 1973) permet d'obtenir rapidement les valeurs désirées. Enfin, des résultats chiffrés fournis sur la base d'une grille se prêtent facilement à la représentation cartographique automatisée. Cependant, comme nous l'avons mentionné, cette méthode minimise les valeurs correspondant à de brusques variations de pentes sur une courte distance, comme on en trouve fréquemment dans la région de Québec. Ainsi, dans les basses terres de la rive sud du Saint-Laurent, des ravins étroits ou des crêtes appalachiennes très étroites accidentent très localement de grandes surfaces relativement planes. Les carrés surimposés à la carte rendent difficilement compte de cette réalité, à moins de les fractionner exagérément, ce qui allonge considérablement le temps d'exécution de la carte. La méthode est beaucoup plus facilement applicable sur le socle précambrien, là où les zones de pentes prennent des formes plus compactes.

La *méthode des aires* permet de révéler beaucoup plus fidèlement les variations les plus fines dans la répartition des valeurs de pente et ceci d'autant plus facilement que les ruptures de pente sont nettes. Par contre, dans les zones présentant des transitions graduelles dans la variation des valeurs de pente, le tracé des limites des aires peut devenir délicat et subjectif. En fin de compte, puisque l'objectif de la carte est de *communiquer* une information, de traduire visuellement une réalité géographique, il nous semble que la méthode des aires répond mieux à cet objectif que celle du carroyage, plus facile d'application, mais moins fidèle au paysage original.

Dessin de la carte et publication

Le manuscrit à 1/25 000 de la carte dressée selon la méthode des aires (15 feuilles topographiques), colorié en un seul exemplaire, était peu utilisable pour la diffusion et même l'étude sur place. Aussi avons nous décidé

⁴ Voir la note de M. LECARPENTIER dans ce même numéro de la revue, p. 483-493.

⁵ L'impression a été réalisée par un établissement privé n'imprimant que très occasionnellement des cartes géographiques. Toutefois la compétence du personnel et le fait que le responsable du projet ait surveillé de près les diverses phases du dessin et de l'impression ont permis d'obtenir un résultat graphique satisfaisant en égard aux difficultés de repérage causées par le grand format et la stabilité dimensionnelle variable des planches originales.

en premier lieu de réduire l'échelle à 1/50 000. L'opération a d'abord été effectuée photographiquement, puis une compilation d'ensemble a permis de fondre en un seul manuscrit les 15 feuilles originales réduites, avec la nécessaire généralisation entraînée par la réduction d'échelle. Des problèmes d'ajustement se sont posés du fait que le fond topographique des cartes à 1/25 000 réduit à 1/50 000 comporte souvent des divergences notables par rapport au fond topographique des cartes à 1/50 000 proprement dites. Une compilation définitive des limites des zones de pente a ensuite été effectuée sur couche à tracer (scribing) en vue de la préparation des planches selon la technique des couches d'arrachage (peel coat) pour l'impression des aires de pentes en couleurs. La gradation des tons a été choisie selon un double critère (voir carte hors-texte) :

- une variation de valeur, du pâle vers le foncé, pour traduire la progression chiffrée des valeurs de pentes ;
- une variation de couleur, du jaune vers le vert, pour établir une correspondance qualitative entre les valeurs de pente et leur utilisation : les pentes les plus faibles correspondent en général aux espaces urbanisés ou défrichés et les plus fortes sont plutôt couvertes par la végétation et la forêt.

L'impression a été réalisée en quadrichromie⁵, bien que trois couleurs seulement aient été utilisées pour obtenir la gradation : le jaune, le bleu et le noir. Un fond topographique (planimétrie et courbes de niveau) imprimé en gris tramé permet de repérer facilement la position des zones de pentes par rapport aux divers éléments du paysage.

CONCLUSION

La réalisation, par des méthodes manuelles, d'une carte des pentes pour un territoire comme celui de la région de Québec exige une somme de travail considérable. Nous n'avons pas mesuré avec précision le nombre d'heures consacrées à cette entreprise qui s'est échelonnée de 1970 à 1974. Toutefois, nous pouvons estimer approximativement le temps nécessité par les diverses phases du projet :

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| – délimitation et mesure des pentes | 700 heures |
| – réduction et généralisation | 200 heures |
| – dessin | 150 heures |
| – supervision | 100 heures |
| Total | 1150 heures |

Il est évident que pour l'avenir il est souhaitable de développer et de raffiner les méthodes de mesure automatique des pentes, à la fois pour augmenter la vitesse d'exécution et la précision des mesures. Dans l'élaboration de ces méthodes, la comparaison avec les techniques manuelles s'avère toutefois profitable car l'appréhension mécanique des formes du

terrain ne traduit pas toujours fidèlement l'image réelle de ces formes. Mais quelle que soit la méthode utilisée, il faut noter que le document de base, la carte topographique en courbes de niveau, n'est qu'une image imparfaite du terrain, et que la précision de la mesure des pentes qui en est dérivée est dépendante de la précision du document lui-même.

Ceci nous amène à nous interroger sur la valeur scientifique et pratique d'une telle carte. Il est évident que des mesures effectuées directement sur le terrain donneront une précision bien plus grande aux diverses valeurs obtenues. Dans certains cas même, les profils de pente observés sur le terrain pourront différer de ceux traduits par les courbes de niveau et donc par la carte des pentes. Mais l'objectif de la carte que nous présentons ici est avant tout de montrer la *répartition régionale* et l'agencement spatial des diverses valeurs de pentes. Pour l'utilisateur qui a besoin de mesures très locales et très précises, le retour au terrain lui-même est certainement préférable. Par contre, cette carte devrait surtout rendre service à l'utilisateur intéressé par l'organisation spatiale et la fréquence des valeurs de pente dans les diverses parties de la région de Québec. Il ne nous appartient pas ici d'interpréter la signification de l'agencement spatial des pentes. La carte permet en effet de faire ressortir beaucoup mieux qu'une carte topographique les grandes lignes et les détails de l'organisation du relief de la région.

Le géomorphologue, l'aménagiste, l'urbaniste et d'autres spécialistes s'intéressant à la région de Québec trouveront sur cette carte des éléments pour la réflexion scientifique ou l'aménagement du territoire; c'est du moins ce que nous souhaitons et nous les laissons tirer leurs propres interprétations.

De ce qui n'était au départ qu'un simple mémoire de recherche nous avons voulu tirer un document cartographique qui soit utile aux chercheurs travaillant sur la région de Québec. Si la carte des pentes pouvait contribuer au progrès des connaissances géographiques et à un meilleur aménagement de ce territoire, ses auteurs en seraient certainement très heureux.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE SUR LA CARTOGRAPHIE ET LA MESURE DES PENTES

- AHNERT, Frank (1971) *A General and Comprehensive Theoretical Model of Slope Development*. University of Maryland, Department of Geography. 95 p. Occasional Paper no 1.
- BARRIER, Michèle (1963) Les cartes clinographiques. *Norois*, 10 (40) : 390-397.
- BLONG, R. J. (1972) Methods of Slope Profile Measurement in the Field. *Australian Geographical Studies*, X(2) : 182-192.
- BOERCKEL, Richard A. (1972) *The Half-Toned Slope Method of Mapping*. Department of Geography, University of Oregon. M.A. Thesis.
- BRUNET, Roger (1963) Les cartes de pentes. *Revue de géographie des Pyrénées et du Sud-Ouest*, XXXIV (4) : 317-334.
- CALEF, W. and NEWCOMB, R. (1953) An Average Slope Map of Illinois. *Annals of the Association of American Geographers*, 43 (4) : 305-316.
- CLARKE, J. I. and ORRELL, K. (1958) *An Assessment of some Morphometric Methods*. Durham, England, Department of Geography Sc. Laboratories. Occasional Paper Series no 2.

- DENÈGRE, J. (1973) Développements récents de l'automatisation appliquée aux cartes topographiques à moyenne échelle. *International Yearbook of Cartography*, 13 : 81-89.
- DOORNKAMP, John C. and KING, Cuchlaine, A.M. (1971) *Numerical Analysis in Geomorphology*. London, MacMillan.
- GILG, A. W. (1973) A Note on Slope Measurement Techniques. *Area*, 5 (2) : 114-116.
- KVIETKAUSKAS, V. (1973) Versuch einer vierfarbigen morphographischen Karta. *Zeitschrift für geomorphologie*, 117 (2) : 226-245.
- LECARPENTIER, Michel (1973) *Élaboration d'un modèle pour le calcul des pentes et leur insolation, une application à la région de Québec*. Québec, Université Laval, département de géographie, thèse de maîtrise. 145 pages, illus., cartes.
- LEMIEUX, Jean-Luc (1971) *Les pentes dans la région métropolitaine de Québec*. Québec, Département de géographie, Université Laval, Mémoire de recherche. 32 pages, 2 cartes hors-texte.
- MILLER, O.M. and SUMMERSON, C. H. (1960) Slope Zone Maps. *Geographical Review*, L (2) : 194-202.
- MONKHOUSE, F. H. and WILKINSON, H. R. (1971) *Maps and Diagrams*. London, Methuen, 3rd edition. Voir chap. 2 « Relief Maps and Diagrams ».
- OLTMAN, Stephen (1968) *The Slope Map: an attempt to add naturalism at large scale*. Ohio, Kent State University. M.A. Thesis.
- PARK, C. M., LEE, Y. H. and SCHEPS, B. B. (1971) Slope Measurement from Contour Maps. *Photogrammetric Engineering*, XXXVII (3) : 277-284.
- RAISZ, E. and HENRY, J. (1937) An Average Slope Map of Southern New England. *Geographical Review*, 27 : 467-472.
- SMITH, C. H. (1935) The Relative Relief of Ohio. *Geographical Review*, 25 : 272-284.
- THROWER, Norman J. W. and COOKE, Ronald U. (1968) Scales for Determining Slope from Topographic Maps. *The Professional Geographer*, XX (3) : 181-186.
- TRICART, J. et MUSLIN, J. (1951) L'étude statistique des versants. *Revue de géomorphologie dynamique*, (2) : 173-181.
- TURNER, H. (1970) *A Comparative Analysis of Methods of Slope Measurement from Large-Scale Unrectified Air Photos*. Montréal, McGill University. M.A. Thesis.
- WATERS, R. S. (1958) Morphological Mapping. *Geography*, 43 (1) : 10-17.
- YOUNG, A. (1972) *Slopes*. Edinburgh, Oliver and Boyd. 288 p.

Jean RAVENEAU et Jean-Luc LEMIEUX
Département de géographie,
Université Laval, Québec.